



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

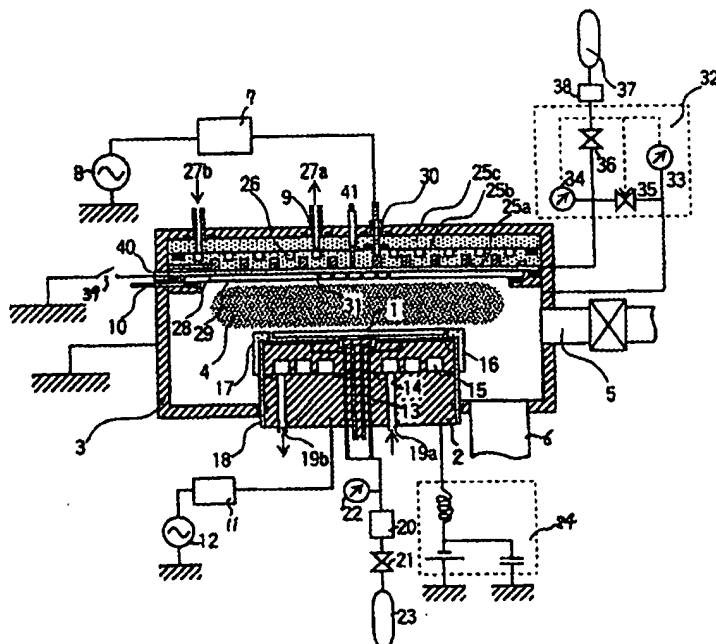
<p>(51) 国際特許分類6 H05H 1/46, H01L 21/205, 21/302, C23C 16/50, C23F 4/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO97/39607</p> <p>(43) 国際公開日 1997年10月23日(23.10.97)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01018</p> <p>(22) 国際出願日 1996年4月12日(12.04.96)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)(JP/JP) 〒101 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および</p> <p>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 枝村 学(EDAMURA, Manabu)(JP/JP) 〒315 茨城県新治郡千代田町稲吉南2-3-14-106 Ibaraki, (JP) 西尾良司(NISHIO, Ryoji)(JP/JP) 〒310 茨城県水戸市住吉町192-83 Ibaraki, (JP) 吉岡 健(YOSHIOKA, Ken)(JP/JP) 〒744 山口県下松市旗岡5-2-2-402 Yamaguchi, (JP) 金井三郎(KANAI, Saburo)(JP/JP) 〒743 山口県光市虹ヶ丘6-7-7 Yamaguchi, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katsuo) 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (DE, FR, GB).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54)Title: PLASMA TREATMENT DEVICE

(54)発明の名称 プラズマ処理装置

(57) Abstract

In a high-frequency induction plasma etching device, an antenna (9) to which high-frequency power is fed is insulated from a treatment chamber (3) with an insulator (25) having an appropriate thickness so as to protect the antenna (9) from a plasma (4) or a reactive gas for plasma treatment, and the surface of the chamber (3) which is exposed to the plasma (4) is covered with such an insulator (25) as alumina, or quartz. Though the insulator (25) and antenna (9) are arranged in a vacuum, the insulator (25) is only required to withstand a plasma atmosphere because the insulator (25) and the chamber (3) can withstand the differential pressure between the vacuum and the atmospheric pressure. Therefore, the thickness of the insulator (25) can be reduced and the plasma (4) is uniform and of high density. The heat generated from the antenna is radiated to the outside by minimizing the gap between the antenna (9) and the insulator (25) provided around the antenna (9), by bringing the pressure in the gap nearer to the pressure in the chamber (3), or introducing a nonreactive heat transfer accelerating gas such as He gas into the small gap around the antenna (9) and keeping the pressure at several Torr.



# (57) 要約

高周波誘導プラズマエッチング装置において、高周波電力を給電されるアンテナ9とチャンバ3との間を適切な厚さの絶縁材料25によって絶縁するとともに、アンテナ9をプラズマ4あるいはプラズマ処理用の反応性ガスから保護し、プラズマ4に接する側の表面をアルミナや石英などの絶縁材料25で覆う。絶縁材25およびアンテナ9は真空雰囲気中に配置されるが、絶縁材25およびアンテナ9を収容した処理チャンバ3が大気圧との差圧に耐えるので、絶縁材25にはプラズマ雰囲気に耐えることのみが求められる。したがって、絶縁材25の厚さを薄くでき、プラズマ4を均一および高密度に発生する。

アンテナ9とその周りに配置した絶縁材25の間の隙間を極力低減するか、あるいは隙間の圧力を処理チャンバ3内の圧力に近づけて、アンテナ9で発生する熱を外部に放熱する。または、Heガスのような非反応性の伝熱促進ガスを数Torr程度、アンテナ9の周囲に形成された微小隙間に導入し、アンテナ9で発生した熱を放熱する。

## 参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AL	アルバニア	ES	スペイン	LR	リベリア	SG	シンガポール
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャド
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア共和国	TJ	タジキスタン
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MR	モリタニア	TR	トルコ
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MR	モリタニア	UA	ウクライナ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MX	メキシコ	US	米国
CG	コンゴ	IT	イタリア	NE	ニジェール	UZ	ウズベキスタン
CH	スイス	JP	日本	NL	オランダ	VN	ヴェトナム
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NO	ノルウェー	YU	ユーゴスラビア
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	PL	ポーランド		
CU	キューバ	KR	大韓民国	PT	ポルトガル		
CZ	チェコ共和国	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	SD	スーダン		
EE	エストニア	LK	スリランカ	SE	スウェーデン		

## 明 細 書

## プラズマ処理装置

## 技術分野

本発明は、半導体や液晶ディスプレイに使用される基板等の製造に用  
5 いられるプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に係り、特にエッチ  
ングや成膜等の処理に好適なプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法  
に関する。

## 背景技術

10 半導体素子の高集積化ならびに半導体ウエハの大口径化や液晶ディス  
プレーの大面积化に伴い、半導体素子上にエッチング処理や成膜処理す  
る処理装置に求められる要求が、年々厳しくなっている。プラズマエッ  
チング装置、プラズマCVD装置およびプラズマアッシング装置といっ  
たプラズマ処理装置においてもその状況は同じである。つまり、スルー  
15 プットを向上させるため、プラズマの高密度化、被処理物の大面积化へ  
の対応およびクリーン化等の実現が重要課題となっている。

上記プラズマ処理装置に用いられるプラズマ源として、高周波容量結  
合型プラズマ源、マイクロ波ECRプラズマ源および高周波誘導結合型  
プラズマ源等があり、これらはその特徴を生かして様々な処理プロセス  
20 ごとに使い分けられている。この3つのプラズマ源の中で、高周波誘導  
結合型プラズマ源を備えたプラズマ処理装置が近年急速に普及している。

誘導結合型プラズマ処理装置の一例が特開平2-235332号公報に示  
されている。この誘導結合型プラズマ処理装置においては、チャンバの  
一部をなす石英などの絶縁材を介して処理チャンバ外に配置された、  
25 ループ、コイルあるいはらせん状の高周波アンテナに、数100kHzから  
数100MHzの高周波電力を給電し、アンテナにより形成される誘導磁場

が、処理チャンバ内に導入されたプロセスガスにエネルギーを供給し、プラズマを発生および維持している。なお、高周波誘導結合型プラズマ処理装置においてアンテナをチャンバ内に設ける場合もあり、例えば、特開平7-106095号公報に記載の例では、高周波誘導コイルであるらせん型のアンテナを、チャンバ内の被処理物である半導体ウエハに対向する位置に設置している。これらの高周波誘導結合型プラズマ処理装置では、プラズマ中に誘導電流が生じ、プラズマと高周波アンテナが電気回路的に誘導結合している（アンテナを一次コイル、プラズマ中の電流を2次コイルとみなしたトランス回路）ため、誘導結合型プラズマ処理装置と呼ばれる。

誘導結合型プラズマ処理装置の利点は、（1）単純なアンテナと高周波電源という簡単で安価な構成で、数mTorrの低圧下で、 $10^{11} \sim 10^{12}$  (個/cm<sup>3</sup>) という比較的高密度のプラズマを発生できること、（2）被処理物に対向して平面的にコイルを配置することにより、大面積のプラズマを容易に発生させることができること、（3）処理チャンバ内部が簡素であるので、処理中に被処理物上に飛来する異物を少なくできること、等にある。これらの誘導結合型プラズマ処理装置では、低圧力の下で高密度のプラズマが発生し、イオンの平均自由行程が大きくなる。これにより、被処理物に入射するイオンの方向を揃えることができ、微細加工に適した高い処理速度が得られる。

#### 発明の開示

ところで、上記特開平2-235332号公報に記載された誘導結合型プラズマ処理装置においては、処理チャンバ中のプラズマに対して、高周波アンテナを石英などの絶縁材を介して大気側に配置している。そのため、絶縁材には大気圧に耐える十分な強度が必要であり、被処理物が大

面積化している現状では、被処理物の面積に応じて絶縁材を厚くする必要がある。

また、アンテナとプラズマとは、誘導結合以外に静電容量的にも結合する。そして、絶縁材がプラズマにより削られることが頻発する。したがって、信頼性を十分高めるためには、絶縁材を厚くする必要がある。絶縁材が厚くなると、例えば、Jounal of Vacuum Science  
5 A11(5), Sept/Oct 1993, P.2487 誌中のKellerらの論文に記載されているように、プラズマの生成効率が著しく低下し、プラズマの着火性、安定性に悪影響を与える。

10 一方、特開平7-106095号公報に開示されたプラズマ処理装置では、アンテナをチャンバ内に設置したので、前述の生成効率の課題はある程度解決されるが、以下に述べる新たな不具合を生じる。

高周波アンテナの表面は絶縁材料により保護されているが、誘導結合プラズマ装置においては、一般にアンテナの直近に強いプラズマが生成されるため、特にプラズマエッチング装置のような反応性のガスを用いる装置では、保護膜のダメージが極めて大きい。アンテナ自身は金属製  
15 なので、保護膜が破損すると金属イオンを発生し、半導体ウエハにおいて金属汚染が生じる。また、アンテナそのものの交換が必要となり、メンテナンスに多大の時間とコストを要する、という不具合を生じる。

20 さらに、アンテナの背後には冷却プレートが設置されており、このプレートを、アンテナに対して絶縁する必要がある。このような構造では、冷却プレートをアンテナに対して熱的に密着させにくい。真空中あるいはプラズマ処理中のような低圧力下では、構造物の接触面での熱伝達は極めて悪いので、冷却プレートによるアンテナの冷却効果をあまり期待  
25 できない、という他の不具合がある。

さらに、被処理物とは反対側に設けたアンテナの背後にも、被処理物

側と同じように高い密度のプラズマが生成される。被処理物のプラズマ処理には、アンテナ背後のプラズマは有効に使われないので、実質的なプラズマ生成効率が低下するとともに、背後のチャンバ壁が強いプラズマにさらされる、という他の不具合を生じる。

- 5     本発明は、上述の従来技術の課題および不具合を解決するためになされたものである。すなわち本発明の目的は、高周波アンテナを大気側に設置したプラズマ処理装置においては、プラズマ生成効率の課題、処理チャンバ内に設置したプラズマ処理装置においては、高周波アンテナの表面保護および冷却の課題、アンテナ背後に発生するプラズマによる効率低下の課題を解決し、より広い運転条件下で、安定したプラズマを高
- 10     い効率で生成できるプラズマ処理装置を提供することにある。また、信頼性が高く、メンテナンスが容易なプラズマ処理装置を提供することをも目的とする。

上記目的を達成するための本発明の第1の態様は、

- 15     上記課題は、高周波アンテナを処理チャンバ内部で、チャンバと一体構造とすることにより解決される。高周波電力を給電されるアンテナは、チャンバとの間を適切な厚みの絶縁材料によって絶縁し、プラズマあるいは、プラズマ処理用の反応性ガスから保護するために、プラズマに接する表面をアルミナや石英などの絶縁材料で覆う。アンテナは、絶縁材
- 20     を介して、プラズマに接することになるが、本発明では、大気圧を処理チャンバの部分でもたせているので、従来技術の大気側に誘導コイルを配置するプラズマ処理装置に用いられる絶縁材の石英窓とは異なり、この絶縁材は、大気圧に耐える必要が無いために、薄くすることが可能である。絶縁材は、大気圧に耐えない厚さであるために、アンテナとその
- 25     周りの絶縁材の間には、隙間を作らないようにするか、あるいは、この隙間の部分の圧力を、常に処理チャンバ内の圧力に近くすることが望ま

しい。実際は、絶縁材とアンテナの間には、構造上、微小な隙間あるいは接触面が生じることがあるが、従来技術の項で述べたように、低圧下では、この部分の熱伝達が悪いために、アンテナが加熱してしまうという問題を生じる。この問題を解決するために、例えば、Heガスのような非反応性ガスを数Torr程度、アンテナの周囲の隙間に導入するような構造とすることにより、アンテナの熱を直接あるいは間接的に冷却される近傍の絶縁材に逃し、アンテナの加熱の問題は解決されるし、この程度の圧力に対しては、プラズマとアンテナの間の絶縁材をそれほど厚くする必要もない。

- 10 本発明のプラズマ処理装置によれば、プラズマの生成効率が向上し、より広い運転条件下で、安定したプラズマを生成できる。また、アンテナを保護する絶縁材が削れて減少しても、絶縁材のみを交換すればよいので、従来技術のアンテナに比べてメンテナンス性が向上する。その結果、プラズマ処理性能および装置の稼働率が向上し、ハイスループット
- 15 での微細なエッチング加工や高品質な成膜加工および表面処理が可能になる。

本発明のさらに他の目的および効果は、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

## 20 図面の簡単な説明

- 第1図は本発明に係るプラズマ処理装置の一実施例の模式図で主要部を縦断面で示した図、第2図はアンテナ部の分解斜視図、第3図はアンテナ付近を拡大して示した模式図、第4図は本発明に係るプラズマ処理装置の他の実施例の模式図で主要部を縦断面で示した図、第5図ないし
- 25 第8図は本発明に係るプラズマ処理装置のさらに他の実施例の模式図で主要部を縦断面で示した図である。

## 発明を実施するための最良の形態

第1図に、本発明のプラズマ処理装置の一実施例を示す。処理チャンバ3は、例えば表面をアルマイト処理したアルミニウム製の真空容器であり、電氣的に接地されている。処理チャンバ3の下方にはチャンバ内のガスを吸引するための真空排気手段6が、側部には被処理物である半導体ウエハ1をチャンバ内に搬入および搬出するための搬送システム5が設けられている。処理チャンバ3内には、半導体ウエハ1を載置するための電極2が設置されている。搬送システム5により処理チャンバ内に搬入された半導体ウエハ1は、電極のほぼ中央部に設けられたブッシュロッド13により電極2上に運ばれた後、直流電源24に接続され電極2内に備えられた静電チャック15で静電吸着され、水平方向位置および垂直方向位置が保持される。電極2は、アルミニウムあるいはステンレス等の金属材料から形成される。静電チャック16は、例えばアルミニウムの電極上に、シリコンカーバイドあるいは酸化チタニウムを配合したアルミナ等の誘電体材料を1mm程度の厚さ形成したものである。静電チャック16に数100V程度の電圧が印加されると、半導体ウエハ1が静電チャック16に静電吸着される。また、プラズマ処理中の半導体ウエハ1に入射するイオンのエネルギーを制御するために、電極2に整合器11を介して数百kHzから数十MHzの周波数の高周波電源12が接続される。さらに、電極2の内部には、プラズマにより加熱される処理中のウエハの温度を一定に保つため冷却要の冷媒が流通する冷媒流路15が形成されている。

ウエハ1と電極2の間には、低圧力下での接触面の熱伝達を促進させるために、He等の非反応性ガスが数Torr～十数Torr程度、流路14を通じて導入される。ウエハ載置面以外の電極表面は、絶縁材でできた



サセブタ 17 およびカバー 18 等により、プラズマや反応性ガスから保護されている。

一方、ウエハと対向するチャンバ内の上方位置には、本発明の特徴的構成である高周波アンテナシステムが設置されている。渦巻状のアンテナ 9 をアルミナセラミックス等の絶縁材 25 a、25 b、25 c で挟み込み、ウエハ 1 の対向面に水平配置している。アンテナ 9 の中央部は電流導入端子 30 に接続され、この電流導入端子 30 には整合器 7、次いで高周波電源 8 が接続されている。高周波電源 8 の周波数は、特に限定されないが、一般的には、数 100kHz から数 100MHz であり、商用周波数である 13.56MHz がもっとも実用的である。絶縁材 25 b の下面には、アンテナ 9 を収納するためにアンテナの形状に応じた溝が、上面には冷媒を流す流路 26 が形成されている。

アンテナ 9 を挟み込む絶縁材 25 a の下面には、第 2 図の斜視分解図に示したように、ファラデーシールド 28 が設置されている。ファラデーシールド 28 は放射状にスリットが形成された薄い金属板で電流導入端子 40 に接続されており、この電流導入端子 40 と容器外に設けられたスイッチ 39 とが接続されている。そして、スイッチ 39 の一端側は電氣的に接地されている。シールド 28 は、アンテナ 9 とプラズマ 4 とが電気回路的に容量結合するのを防止するもので、石英等からなる絶縁カバー 29 が削れて減少するのを防止する。スイッチ 39 は、プラズマの着火の問題を解決するために設置されている。すなわち、絶縁カバー 29 の削れを防止するためには、アンテナとプラズマとの容量的な結合を防止する必要があるが、反面、プラズマが最初に着火する時には、この容量結合成分が必要である。したがって、プラズマが着火する前は、スイッチ 39 を切断してシールド板 28 をアースから浮かせておき、プラズマが着火した後はスイッチ 39 を投入してシールドとして機能させ

る。これにより、カバー材の削れの防止と着火性の両機能を確保できる。

一般的なプラズマエッチング装置では、ウェハを保持する電極に高周波を印加して、ウェハに負電位のバイアスを生じさせている。しかしながら、このバイアスのウェハ面内分布はしばしば不均一になっている。

- 5 この不均一はウェハ1に対向した位置にしっかりしたアースを設けることにより解決できるが、シールド板28はこの対向アースとしても機能するので、ウェハに均一なバイアスをかけることができる。

- アンテナ9の下面を覆う絶縁カバー29のほぼ中央部には、処理ガスの吹出し口31が形成されている。処理ガスは、チャンバの側面に設置された処理ガスの導入配管10から絶縁材25a、カバー板29の間を  
10 経て、チャンバ3内にシャワー状に導入される。絶縁材25a、25b、25cとアンテナ9とは、完全に一体構造とすることが望ましいが、アルミナセラミックスの加工寸法精度を安価に高精度化できないこと、金属とセラミックスの熱膨張が異なること等から、アンテナ9と絶縁材2  
15 5bとの間には、少なくとも0.1mmオーダの隙間ができる。その結果、この隙間近傍での熱伝達が低下し、アンテナ9で発生した熱は、冷媒流路26にほとんど逃げない。本実施例では伝熱促進のために、電極2とウェハ1の間の場合と同様に、ガス供給手段37に格納されたHe、Ar、Xe等の希ガスや窒素ガス等の非反応性の伝熱促進ガスを数Torr程度、ア  
20 ンテナ9および絶縁材25bの隙間に導入する。

- 前述したように、プラズマ生成効率を高めるためには、アンテナ9とプラズマ4の距離を小さくする必要があり、そのため、絶縁材25aの板厚は薄く大気圧に耐え得ない。しかしながら、数mm程度の厚さがあれば数Torr程度の圧力には十分耐え得る。ただし、チャンバを大気開放し  
25 たり、突然にトラブルが発生してアンテナ周りの圧力と処理チャンバの圧力との圧力差が大きくなると、絶縁材25aが破損するおそれがある。

そこで、常時上記圧力を圧力計 33、34 を用いてモニタし、所定の圧力差が生じた場合に、安全回路 32 がバルブ 35 を開放し、圧力差を解消する。本実施例においては、アンテナ用の冷媒 27a、27b および非反応性ガスを供給する供給手段 37 を、電極用の冷媒 19a、19b および非反応性ガスを供給する供給手段 23 とは別に設けている。しかし、これらの供給手段を共通化して、処理装置全体のコストを低減してもよい。なお、供給手段 23 には供給流量を調整するマスフローメータ 20 およびバルブ 21、ライン圧力を検知する圧力計 22 等が接続されている。同様にガス供給手段 37 にもマスフローメータ 38 およびバルブ 36 が接続されている。

第 3 図に、アンテナ付近を拡大した模式図を示す。アンテナ 9 で発生した熱 45 は、アンテナ 8 部に導入され 37a、隙間部に充填された伝熱促進ガス 37b により絶縁材 25b に伝わり、冷媒流路 26 を経て外部に運ばれる。この空間（隙間）は、大気およびプラズマ発生空間に対して気密に形成されており、プラズマ発生空間は絶縁材 25a を Oリングシールして形成されている。伝熱促進ガスは、少量ならばプラズマ処理に対して影響がないので、必ずしもプラズマ発生空間に対して気密である必要がない。なお、図示していないが、絶縁材 25a、25b にガスがよく行き渡るように、絶縁材の表面に溝が形成されている。

伝熱促進ガスを利用することにより、副次的な効果も生まれる。例えばエッチング処理においては、チャンバの温度が重要なパラメータの一つであり、特にウエハに対向する面の温度はエッチング処理に強い影響を与える。したがって、第 1 図に示すようにウエハに対向するカバー材 29 には表面温度をモニタする温度検出手段 41 が設けられている。温度検出手段 41 により検出された温度を、伝熱促進ガスの圧力と冷媒の流量にフィードバックしてカバー材 29 の温度を調節する。

なお、数Torr程度の非反応性ガスをアンテナ9の周りに導入する代わりに、例えば、シリコングリース等の液体、あるいは粘性体をアンテナ9と絶縁材25bとの間の隙間に充填したり、高熱伝導性のエポキシ等で隙間を埋めてもよいが、半導体製造の分野では使用できる材質は制限  
5 される。

本発明の第2の実施例を第4図に示す。この実施例においては、渦巻状のアンテナ9を管状に形成し、その中に直接冷却用の流体を流している。このように構成することにより、アンテナの冷却効率を高めることができるが、反面、高周波電力が付加されるアンテナ内に冷媒を流す  
10 必要があり、腐蝕の発生による信頼性の低下のおそれがある。

ところで、第1図に示した実施例においては、アンテナ9の上に設けた絶縁材25b、25cの厚さを適切に設定する必要がある。アンテナ9により形成された変動磁場範囲に金属製の処理チャンバ壁が存在する場合、プラズマ中の電子がアンテナによる誘導効果により高周波電源からエネルギーを供給されて加熱される。しかしながら、チャンバの金属にも誘導電流が発生して電力が消費されるので、生成効率が低下する。  
15

なお、上記特開平7-106095号公報に開示されたプラズマ処理装置では、アンテナの背後にもプラズマが発生するので、アンテナと背後のチャンバとの間の距離を気にする必要はない。しかし、アンテナ背後に発生するプラズマは、被処理物の処理に有効に使われない可能性が高く、無駄なプラズマの生成により、実質的なプラズマ生成効率が低くなる。本発明者らの実験によれば、少なくとも、アンテナとプラズマの間の距離よりも、アンテナとチャンバの間の距離が大きいことが必要であり、できれば2倍以上の距離があることが望ましい。つまり、アンテナ9の  
20 下面からカバー29の下面までの距離が、アンテナ9の上面からチャンバ3の上部内面までの距離の2倍以上あることが望ましい。

第5図に、本発明の他の実施例を示す。本実施例においては、チャンバ3の上部を絶縁材25cで構成したので、前述したチャンバを構成する金属に起因するプラズマの生成効率の低下を解消している。これにより、アンテナ9の上部の絶縁材の厚さを気にする必要がなく、装置をコンパクトにできる。

第6図に、本発明のさらに他の実施例を示す。本実施例においては、アンテナ9は内側と外側の2系統から構成されており、各アンテナの系統はワンターンのコイルである。アンテナには高周波電力が給電される。それぞれのアンテナ系統に対して適切に電力を分配できる整合回路7が備えられている。整合回路7が、内側と外側のアンテナ系統への給電割合を変え、プラズマの分布を制御する。さらに、本実施例においては、シールド板28に対して接地/非接地の切り替えが可能である。また、シールド板28と高周波電源43あるいは直流電源44との接続も可能である。これらの電力をシールド板28に印加することにより、カバー材29の表面に付着する反応生成物をプラズマクリーニングできる効果がある。

第7図に本発明のさらに他の実施例を示す。本実施例では、コイル形状のアンテナ9がチャンバの側面に配置されている。したがって、カバー29あるいはシールド28等も筒型に形成されているが、第1図のようにウエハの対向位置に配置した場合と同様の効果がある。ただし、ガス流れの対称性を保持するため、処理ガスの吹出し口31を、ウエハと対向する位置に設けることが望ましい。

第8図に、本発明のさらに他の実施例を示す。本実施例においては、誘導結合型プラズマ処理装置について説明するが、マイクロ波等の高い周波数を利用したアンテナからの電磁波放射型のプラズマ処理装置にも同様に適用できる。

第 8 図において、マグネトロン 5 1 から導波管 5 3、同軸変換器 5 2  
および同軸線路 5 4 を経てアンテナ 9 に数百 MHz から数 GHz の高周  
波電力が供給される。アンテナ 9 からは電磁波が放射され、アンテナ 9  
の側方に設けた磁場コイル 4 9 およびこの磁場コイルの下方に設けた補  
5 助コイル 5 0 とが静磁場を形成する。上記電磁波とこの静磁場との相互  
作用によりプラズマが生成される。アンテナ近傍の構造は第 1 図に示し  
た実施例とほぼ同様であるが、誘導結合型のプラズマ処理装置ではない  
ので、ファラデーシールド 2 9 を省いている。このような、誘導結合プラ  
ズマとは、全く異なる原理のプラズマ処理装置であっても、アンテナを  
10 用いる装置であれば全て本発明を適用できる。

以上、本発明の実施例を半導体デバイス製造用のプラズマエッチング  
装置を例にとり示したが、本発明は、プラズマエッチング装置に限定さ  
れるものではなく、プラズマ CVD 装置、プラズマアッシング装置、プラ  
ズマスパッタ装置などに適用が可能である。また、半導体デバイスの処  
15 理のみならず、液晶ディスプレイ基板の処理や表面処理全般に適用が可  
能である。さらに、プラズマ発生方式も誘導結合型プラズマ装置に限ら  
ず、アンテナから電磁波を放射するタイプのプラズマ発生方法であれば、  
様々な装置に適用可能である。

なお、本明細書に記載した好ましい実施例は例示的なものであり限定  
20 的なものではない。発明の範囲は添付のクレームによって示されており、  
それらのクレームの意味の中に入るすべての変形例は本発明に含まれる  
ものである。

## 請求の範囲

1. 気密に形成された処理チャンバと、この処理チャンバに取り付けられ処理用のガスを導入するガス導入手段と、前記処理チャンバ内に導入された処理ガスを排気する排気手段と、前記処理チャンバ内に設けられ
- 5 被処理物を載置する載置手段と、プラズマ発生の電力を供給する電力供給手段とを備えたプラズマ処理装置において、

前記電力供給手段にプラズマ発生用のアンテナを接続し、このアンテナを前記処理チャンバ内に配置したことを特徴とするプラズマ処理装置。

2. 前記処理チャンバと前記アンテナ間に、少なくともアンテナとプラズマ発生位置との間の距離よりも大きい厚さを有する絶縁材料を設けた
- 10 ことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

3. 前記アンテナを、前記載置手段の上面に対向して配置したことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

4. 前記処理チャンバの前記アンテナを囲む部分を絶縁材料で形成した
- 15 ことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

5. 前記アンテナは少なくとも 2 系統設けられ、その各々が前記電力供給手段に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

6. 前記アンテナとプラズマ発生空間の間に、導電性の材料からなる
- 20 シールド板を設置したことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

7. 前記シールド板の接地と、非接地とを切り換える切り換え手段を設けたことを特徴とする請求項 6 記載のプラズマ処理装置。

8. 前記シールド板を高周波電源に接続したことを特徴とする請求項 6
- 25 記載のプラズマ処理装置。

9. 前記シールド板を直流電源に接続したことを特徴とする請求項 6 記

載のプラズマ処理装置。

10. 前記チャンバ内の前記アンテナと、このアンテナの周囲に設けた絶縁材料とで区画される空間に、少なくとも大気圧よりも低い圧力の非反応性ガスを導入する手段を設けたことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

11. 前記アンテナを覆う絶縁材料と、この絶縁材料と前記アンテナとで区画された空間の圧力を検出する第1の検出手段と、この空間に開閉自在な制御手段を有する連通路を介して接続された処理チャンバ内の圧力を検出する第2の検出手段とを設け、この第1および第2の検出手段の検出した前記2つの圧力の圧力差が所定値以上のときに、前記連通路を開閉する制御手段を開にする手段を設けたことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

12. 前記被処理物の温度を検出する温度検出手段と、この温度検出手段が検出した温度に基づいて前記被処理物の温度を調節する温度調節手段と、前記アンテナを温度調節する冷媒供給手段とを設け、前記温度調節手段と前記冷媒供給手段とを共通にしたことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

13. 前記被処理物と前記載置台の間に非反応性ガスを供給する供給手段を設け、この供給手段は前記アンテナ近傍に伝熱促進用の非反応性ガスを供給するものであることを特徴とする請求項6記載のプラズマ処理装置。

14. 前記アンテナの近傍に配置された部材に、この部材の温度を検出する温度検出手段を、非反応性ガスを前記アンテナ近傍に供給する非反応性ガス供給手段をそれぞれ設けると共に、この非反応性ガス供給手段に非反応性ガスの圧力を制御する圧力制御手段を設け、非反応性ガスの圧力および前記温度検出手段の検出した部材の温度に基づき、前記アン



テナ近傍の部材の温度を制御する制御手段を設けたことを特徴とする請求項6記載のプラズマ処理装置。

15. 前記アンテナにはマイクロ波が前記電力供給手段により印加されており、このマイクロ波の周波数が400kHzないし100MHz出あることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

16. 気密に形成された処理チャンバ内に設けられた載置手段に載置された被処理物をこのチャンバ内に設けられたプラズマ発生手段が発生したプラズマを用いてプラズマ処理するプラズマ処理方法において、

- 10 前記処理チャンバに一体的に設けられたアンテナとプラズマが発生する空間との間に設けた導電性のシールド板を初めに非接地にし、プラズマが点火した後に前記シールド板を接地に切り換えることを特徴とするプラズマ処理方法。

- 15 17. 半導体ウェハ面上に施されたプラズマ処理面を有する半導体デバイスであって、気密に形成された処理チャンバ内にこのチャンバと一体的に形成され、プラズマ発生用の電力を供給する電力供給手段に接続されたアンテナと、このアンテナに対向して前記チャンバ内に設けられた載置台に載置された前記半導体ウェハとの間に生成されたプラズマにより、前記半導体ウェハ面上にプラズマ処理面を形成したことをことを特徴とする半導体デバイス。

- 20 18. 気密に形成された処理チャンバ内に設けられた載置手段に載置され、このチャンバ内に設けられたプラズマ発生手段が発生したプラズマを用いてプラズマ処理面が形成される半導体デバイスのプラズマ処理方法において、

- 25 前記処理チャンバに一体的に設けられたアンテナとプラズマが発生する空間との間に設けた導電性のシールド板を初めに非接地にし、プラズマが点火した後に前記シールド板を接地に切り換えることを特徴とする

半導体デバイスのプラズマ処理方法。

19. 半導体ウエハ面上に施されたプラズマ処理面を有する液晶ディスプレイ基板であって、気密に形成された処理チャンバ内にこのチャンバと一体的に形成され、プラズマ発生用の電力を供給する電力供給手段に  
5 接続されたアンテナと、このアンテナに対向して前記チャンバ内に設けられた載置台に載置された前記半導体ウエハとの間に生成されたプラズマにより、前記半導体ウエハ面上にプラズマ処理面を形成したことをことを特徴とする液晶ディスプレイ基板。

20. 気密に形成された処理チャンバ内に設けられた載置手段に載置され、このチャンバ内に設けられたプラズマ発生手段が発生したプラズマを用いてプラズマ処理面が形成される液晶ディスプレイ基板のプラズマ処理方法において、

前記処理チャンバに一体的に設けられたアンテナとプラズマが発生する空間との間に設けた導電性のシールド板を初めに非接地にし、プラズマが点火した後に前記シールド板を接地に切り換えることを特徴とする  
15 液晶ディスプレイ基板のプラズマ処理方法。

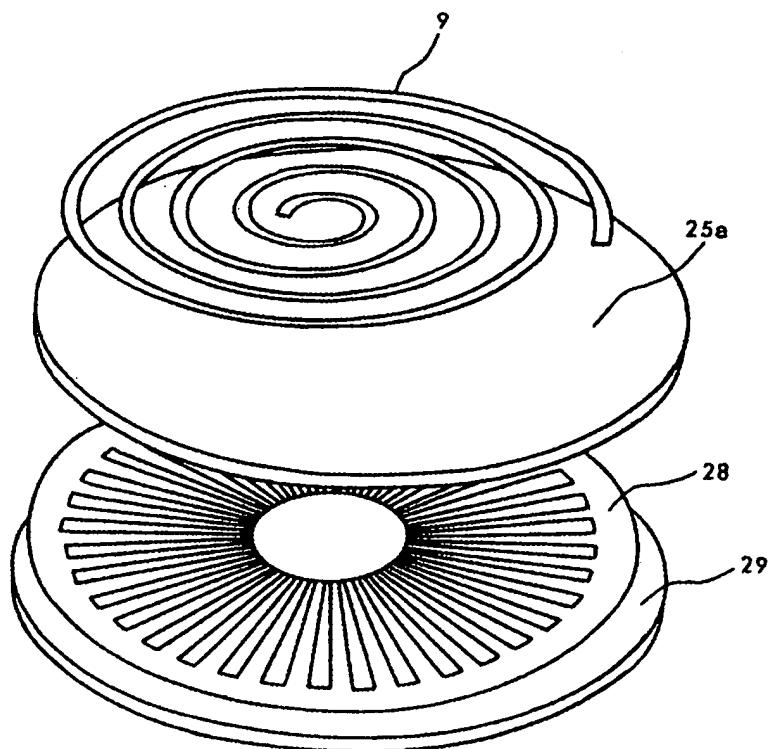
21. 気密に形成された処理チャンバ内に設けられた載置手段に載置された被処理物をこのチャンバ内に設けられたプラズマ発生手段が発生したプラズマを用いてプラズマ処理するプラズマ処理方法において、

20 前記処理チャンバを真空引きした後、このチャンバに一体的に設けられたアンテナを用いてプラズマを発生させることを特徴とするプラズマ処理方法。

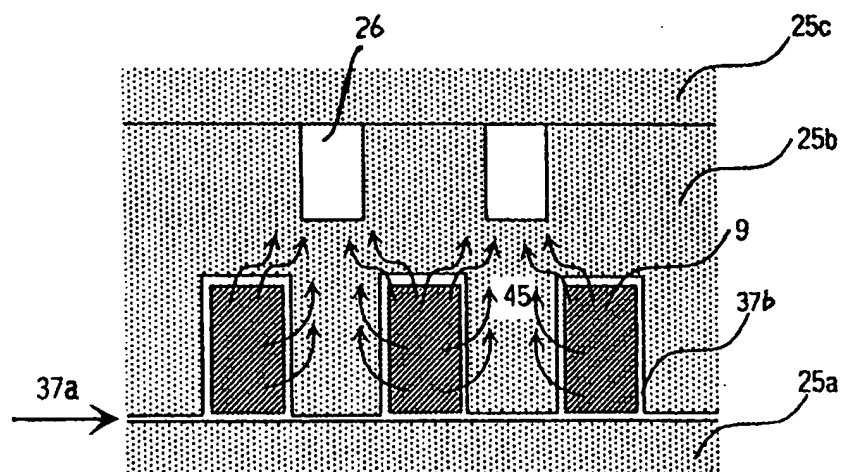
22. 前記アンテナはチャンバ壁面に埋め込んで形成されたものであることを特徴とする請求項21に記載のプラズマ処理方法。



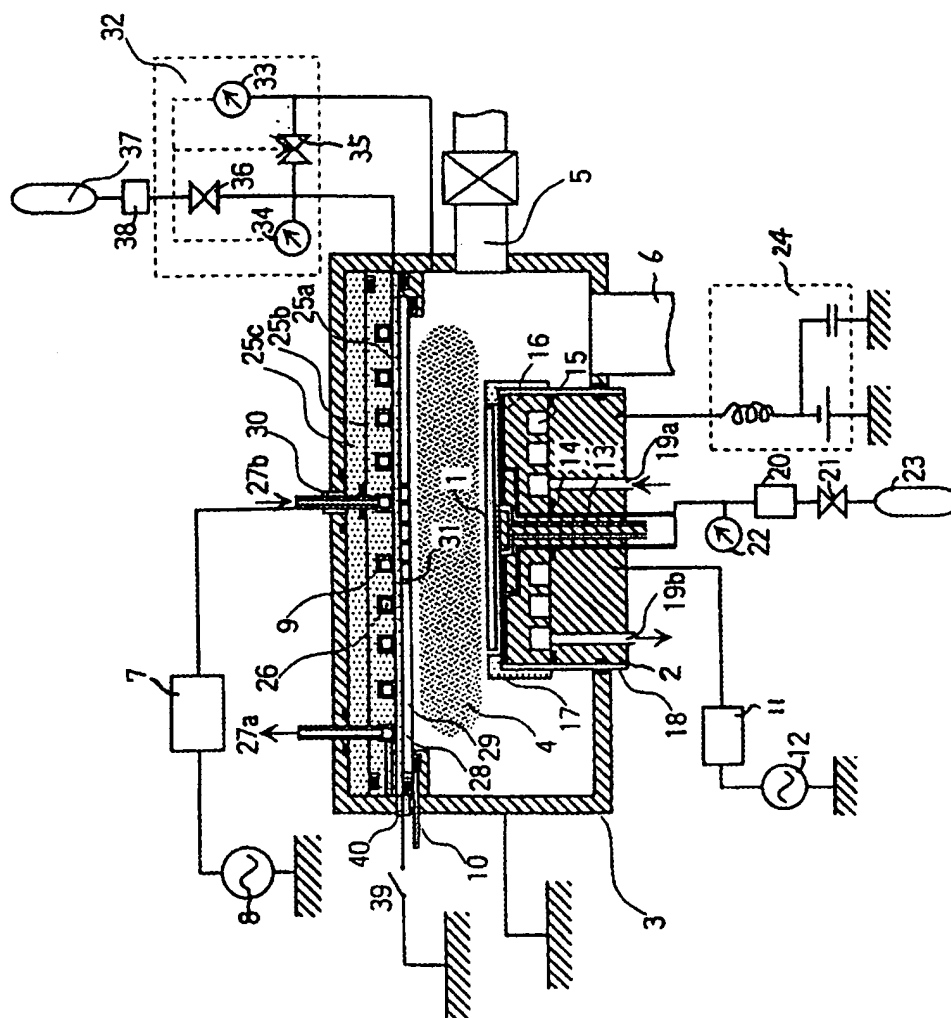
第 2 図



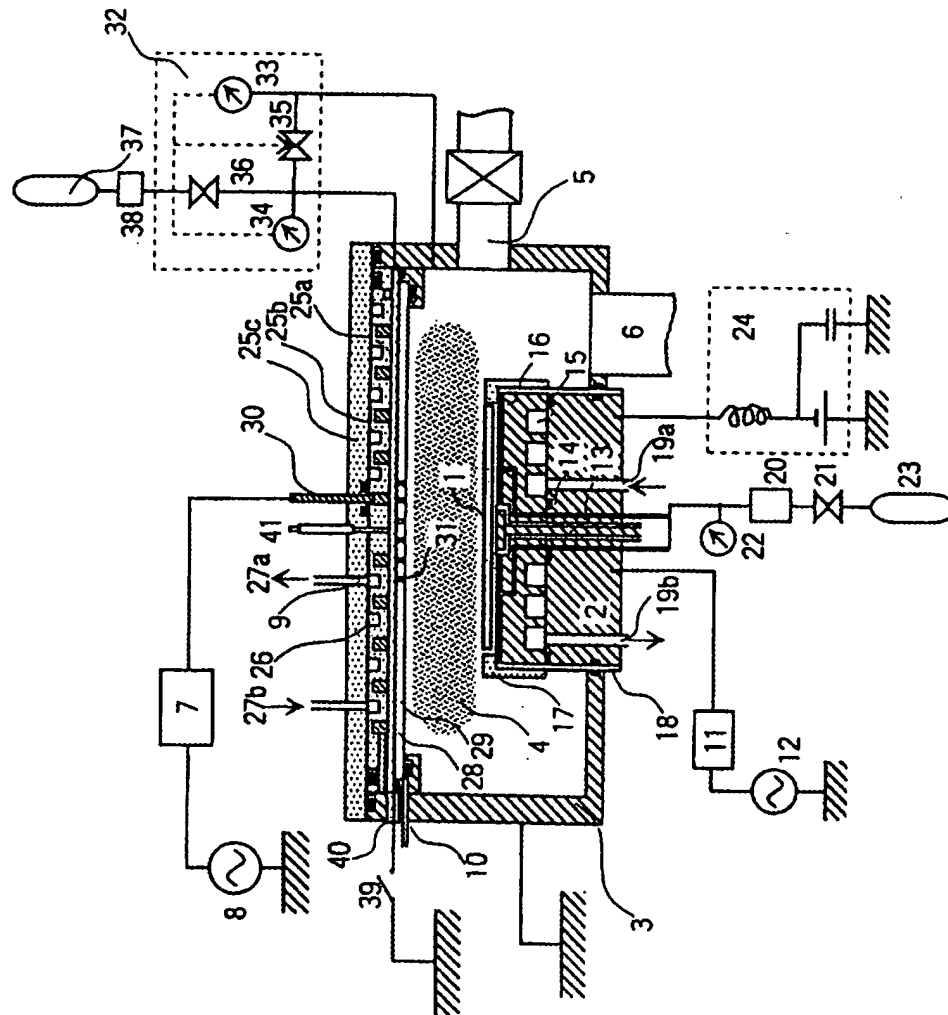
第 3 図



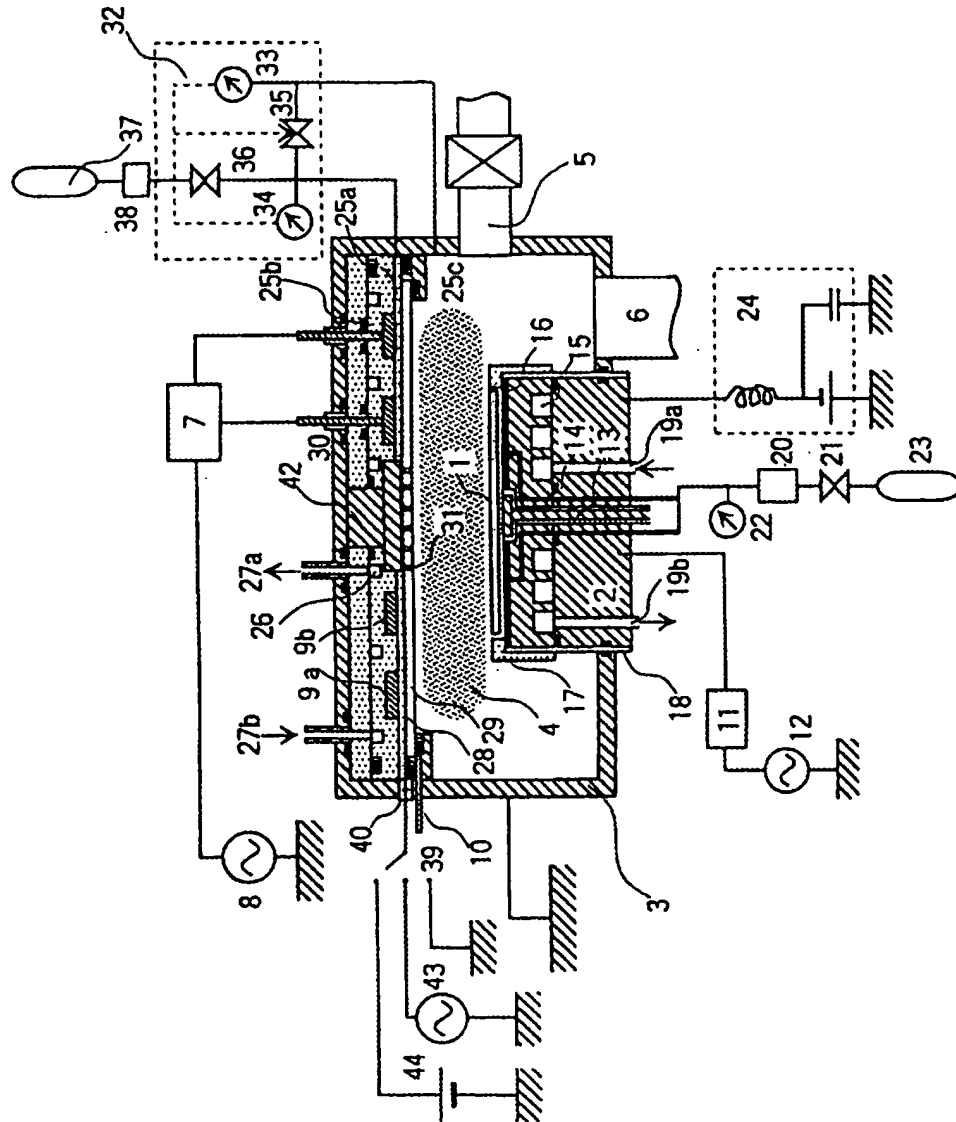
第 4 図



第 5 図

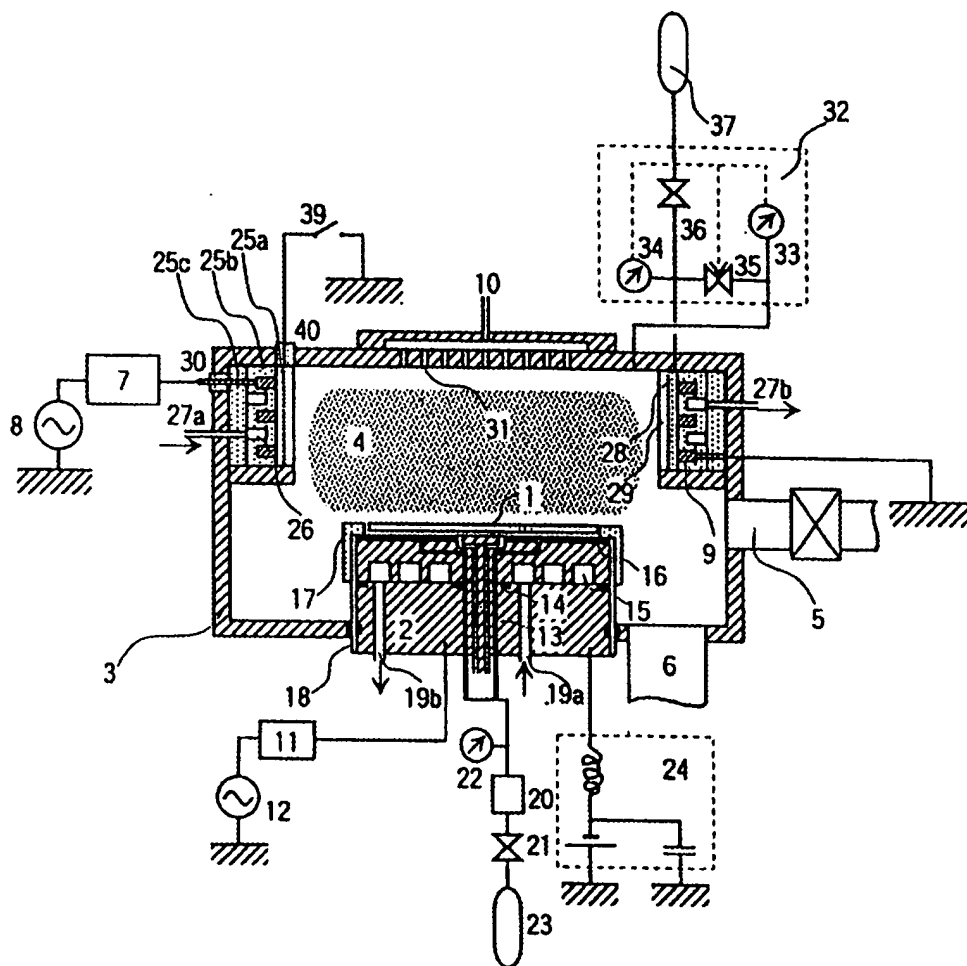


第 6 図

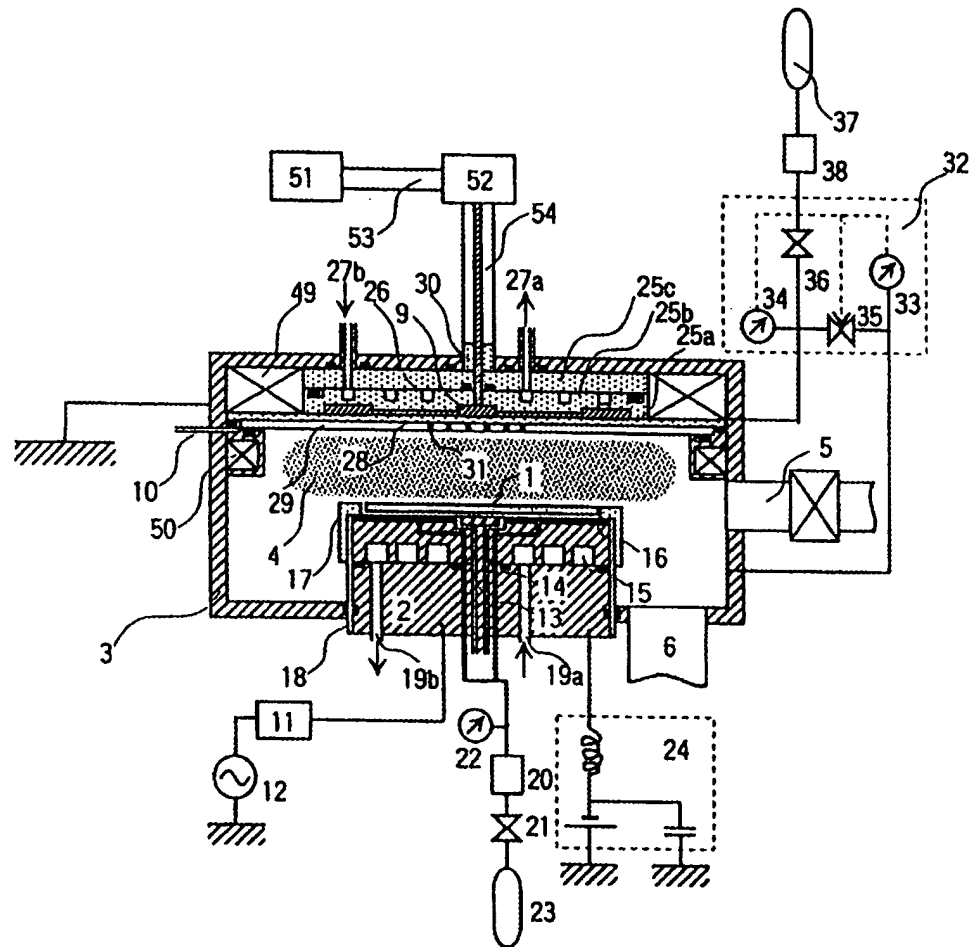




第 7 図



第 8 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/01018

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> H05H1/46, H01L21/205, 21/302, C23C16/50, C23F4/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> H05H1/46, H01L21/205, 21/302, C23C16/50, C23F4/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996	Jitsuyo Shinan Toroku
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1996	Koho
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1996	1996 - 1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 07-106096, A (Tokyo Electron Ltd.), April 21, 1995 (21. 04. 95), Claim 1, Figs. 1 to 3, (0031), (0035) (Family: none)	1, 3, 4, 10 17, 19, 21
X	JP, 06-224155, A (NEC Corp.), August 12, 1994 (12. 08. 94), Claim 1, Figs. 1, 2 & US, 5401351	1, 15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

July 9, 1996 (09. 07. 96)

Date of mailing of the international search report

July 16, 1996 (16. 07. 96)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>8</sup> H05H1/46, H01L21/205, 21/302,  
C23C16/50, C23F4/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>8</sup> H05H1/46, H01L21/205, 21/302,  
C23C16/50, C23F4/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1996年  
日本国登録実用新案公報 1994-1996年  
日本国実用新案登録公報 1996-1996年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 07-106096, A, (東京エレクトロン株式会社), 21. 4月. 1995 (21. 04. 95), 請求項1, 図1~図3, 【0031】 , 【0035】, (ファミリーなし)	1, 3, 4, 10 17, 19, 21
X	J P, 06-224155, A, (日本電気株式会社), 12. 8月. 1994 (12. 08. 94), 請求項1, 図1, 図2, & US5401351	1, 15

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 07. 96

国際調査報告の発送日

16.07.96

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

矢澤 清純



2G

7381

電話番号 03-3581-1101 内線 3225